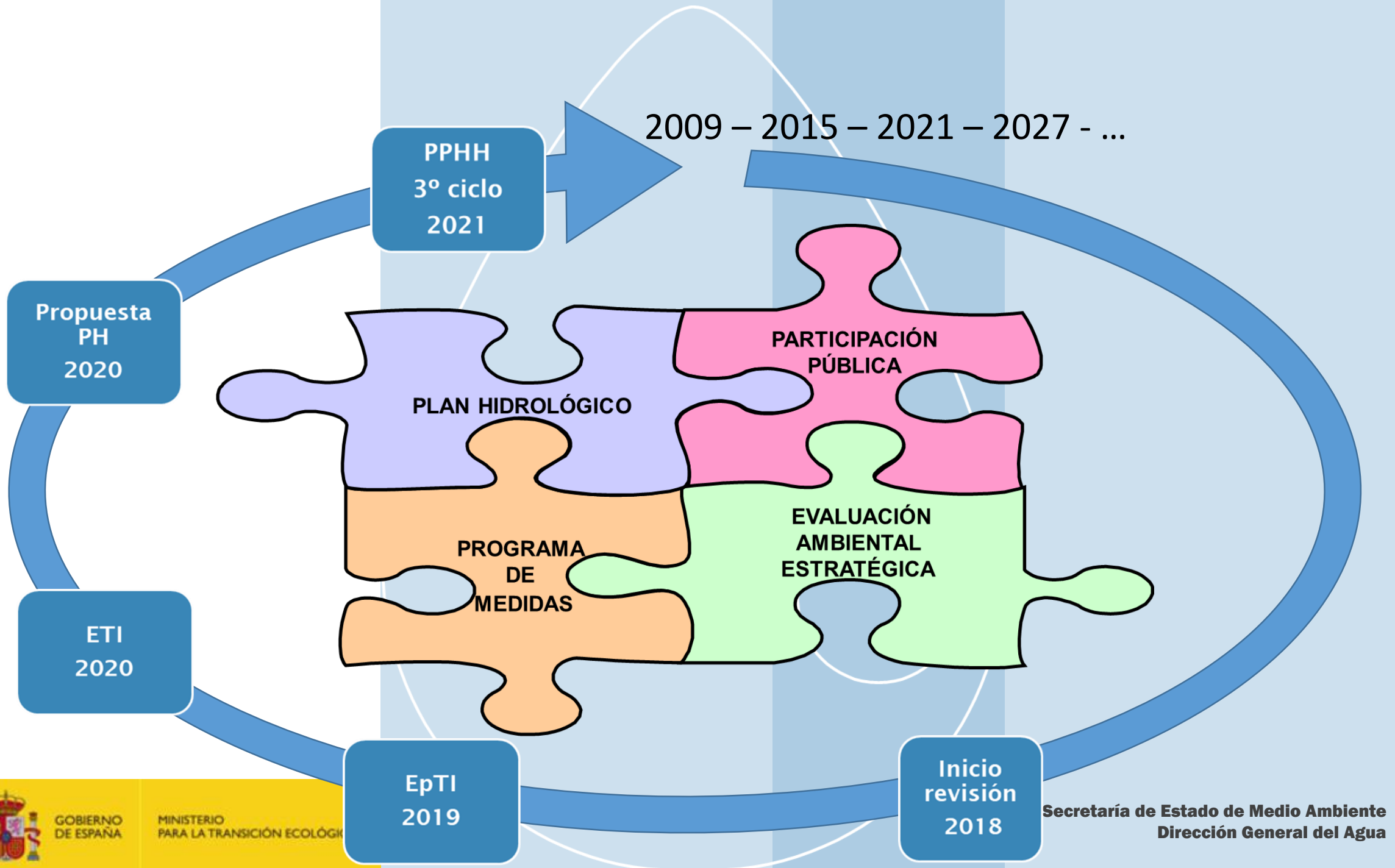


Los programas de medidas de los planes hidrológicos

Manuel Menéndez Prieto
Director General del Agua



INVERSIONES TOTALES PPHH

Gestión de planes hidrológicos

servicio.mapama.gob.es/pphh-web/queries/resumenMedidas

Masas de AguaPresionesEstadoObjetivosSeguimientoMedidasPlan DSEAR

Número de medidas e inversiones en millones de euros previstas por demarcación hidrográfica

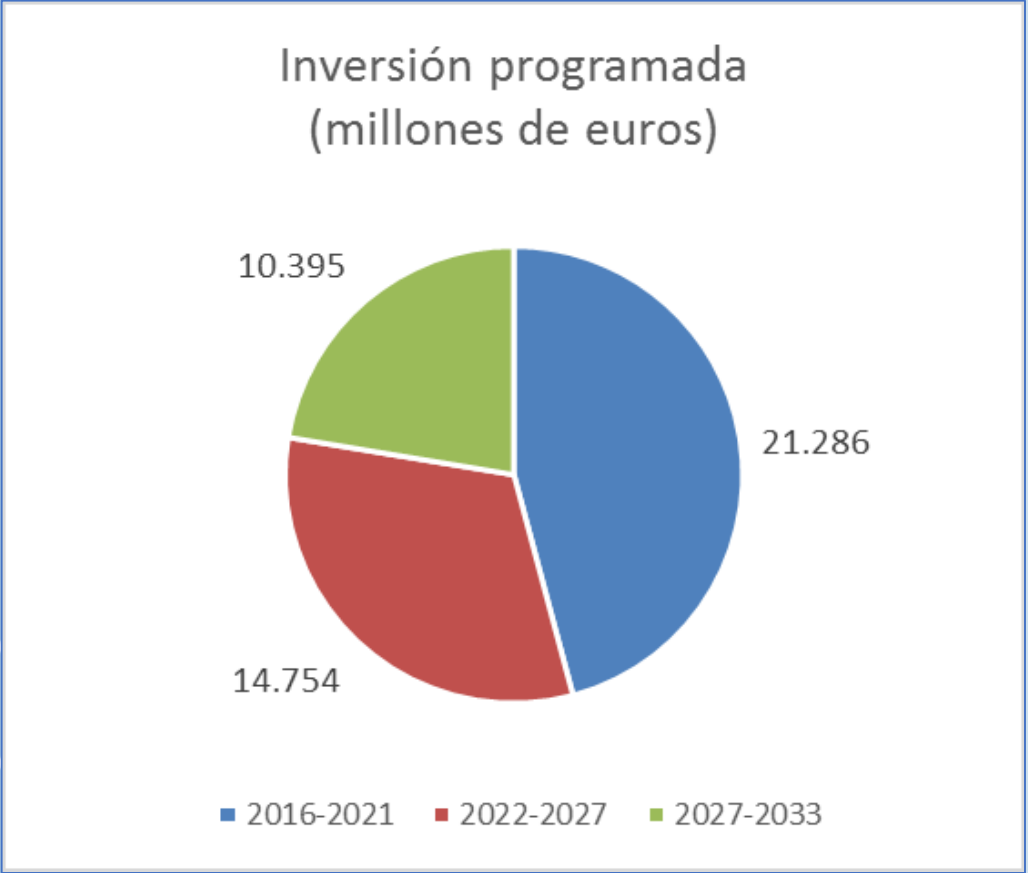
En la siguiente tabla se presentan las inversiones previstas en los planes hidrológicos de segundo ciclo de planificación, por demarcación hidrográfica y por horizonte temporal de la inversión. En este sentido, hay que tener en cuenta que el plan de cada ciclo puede tener inversiones en tres horizontes de planificación. Esto es así, porque el art. 4.4 de la DMA prevé prórrogas para alcanzar los objetivos hasta dos revisiones posteriores del plan (siendo cada revisión cada 6 años). Asimismo, se muestra el número de medidas previsto en cada horizonte de inversión de manera que una misma medida puede estar en más de un horizonte por lo que en la última columna estas medidas solo se contabilizan una vez.

Demarcación Hidrográfica	HORIZONTE TEMPORAL							
	2016-2021		2022-2027		2028-2033		TOTAL	
	INVERSIÓN (M€)	Nº DE MEDIDAS	INVERSIÓN (M€)	Nº DE MEDIDAS	INVERSIÓN (M€)	Nº DE MEDIDAS	INVERSIÓN (M€)	Nº DE MEDIDAS*
ES010 - MIÑ	384,01	387	40,74	108			424,75	495
ES014 - GAL	654,57	150	269,87	48			924,44	150
ES017 - COR	848,86	381	592,16	84	182,28	1	1.623,30	403
ES018 - COC	1.156,93	472	296,05	70			1.452,98	523
ES020 - DUE	1.391,39	477	1.772,07	422	178,55	6	3.342,01	867
ES030 - TAJ	2.541,18	863	538,74	128	200,00	3	3.279,92	991
ES040 - GDN	877,01	335	691,53	321	958,98	47	2.527,51	703
ES050 - GDQ	2.392,13	600	1.708,80	362	26,98	4	4.127,92	870
ES060 - CMA	1.041,89	314	1.548,43	314	153,06	50	2.743,37	314
ES063 - GYB	151,28	82	549,46	22	0,00	19	700,74	123
ES064 - TOP	303,17	92	247,18	44	461,27	27	1.011,62	163
ES070 - SEG	993,19	684	902,25	261	572,10	88	2.467,54	1033
ES080 - JUC	1.230,36	346	1.009,83	203			2.240,19	449
ES091 - EBR	4.021,98	1038	3.609,99	697	7.464,33	1000	15.096,29	2072
ES100 - CAT	974,35	476					974,35	481
ES110 - BAL	736,12	278	932,73	267			1.668,85	449
ES120 - GCA	158,75	111	81,66	11			240,41	111
ES122 - FUE	25,19	51					25,19	51
ES123 - LAN	161,38	131					161,38	131
ES124 - TEN	1.670,99	288	62,65	18	1.648,62	377	3.382,26	681
ES125 - LPA	162,38	98	64,51	31			226,88	98
ES126 - GOM	35,30	93					35,30	93
ES127 - HIE	14,58	67					14,58	67
ES150 - CEU	123,51	57	74,27	25			197,77	63
ES160 - MEL	64,75	39	123,62	29	198,79	11	387,16	59
TOTAL	22.115,25	7.910	15.116,52	3.465	12.044,95	1.633	49.276,71	11.440

*Como una medida puede tener inversión en más de un horizonte, en esta columna dichas medidas solo se contabilizan una vez.

INVERSIONES TOTALES PPHH

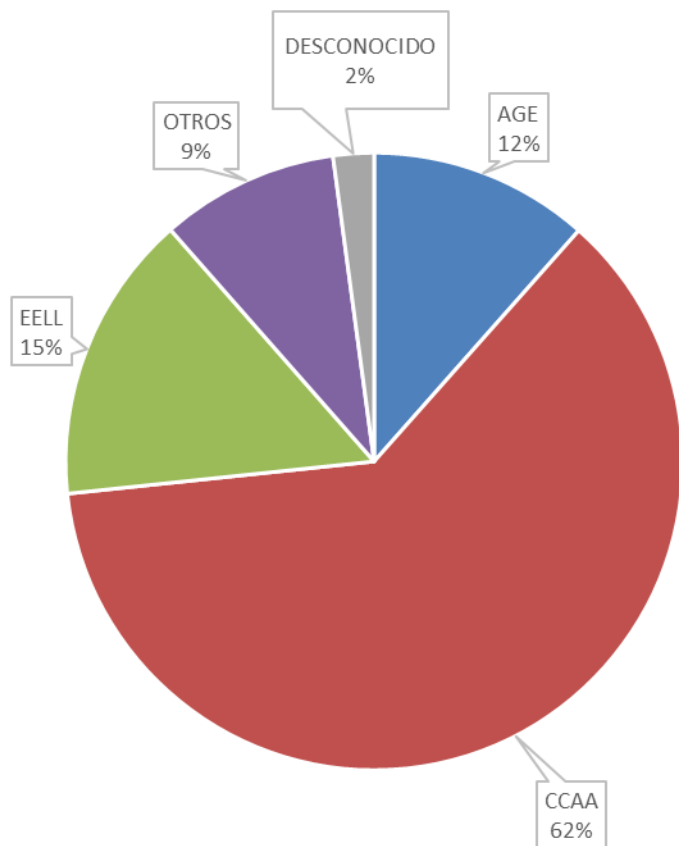
	Comunidad Autónoma	Número de medidas	Inversión (€) H 2016-2021	Inversión (€) H 2022-2027	Inversión (€) H 2028-2033
01	Andalucía	1.427	3.593.254.453	3.765.493.956	732.047.700
02	Aragón	999	1.775.675.839	1.723.880.405	4.126.348.898
03	Principado de Asturias	197	645.855.465	150.717.093	
04	Illes Balears	426	689.517.426	894.009.443	
05	Canarias	70	20.805.051		
06	Cantabria	183	230.311.082	122.175.882	38.849.000
07	Castilla y León	1.328	1.365.341.188	1.572.582.439	446.125.900
08	Castilla - La Mancha	674	1.040.852.162	901.957.426	418.587.053
09	Cataluña	821	1.967.359.290	911.251.187	2.047.140.951
10	Comunitat Valenciana	328	1.118.529.019	795.705.432	57.154.736
11	Extremadura	587	842.930.421	222.964.082	293.306.828
12	Galicia	578	905.677.704	290.440.076	
13	Comunidad de Madrid	179	1.471.065.436	162.906.132	15.000.000
14	Región de Murcia	499	558.712.483	529.965.647	446.519.241
15	Comunidad Foral de Navarra	298	553.415.510	196.535.723	308.912.600
16	País Vasco	338	919.221.022	684.296.674	185.701.501
17	La Rioja	237	436.128.772	373.132.307	222.275.029
18	Ceuta	74	123.506.503	74.265.550	
19	Melilla	58	64.753.010	120.614.894	198.786.277
97	Varias Comunidades Autónomas	1.513	1.549.549.629	1.072.225.293	858.507.204
98	No regionalizable	61	88.063.639	183.477.806	64.732
99	Sin documentar	693	1.325.420.956	5.232.197	
Total general		11.568	21.285.946.060	14.753.829.645	10.395.327.649



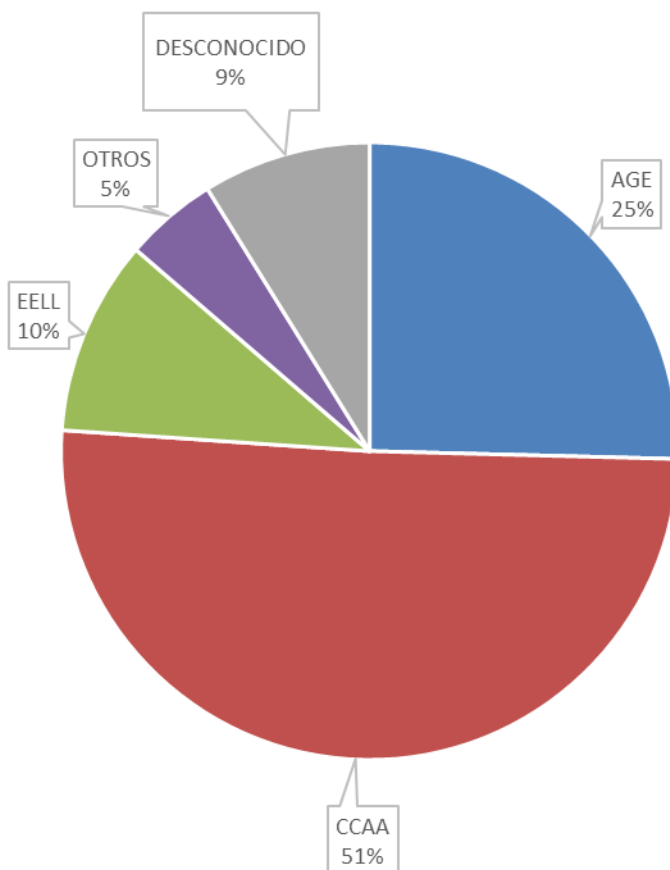
2016-2021. SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN

Unos 9.500 M€ para depuración y saneamiento (hasta 2021) (unos 2.700 M€ AGE)

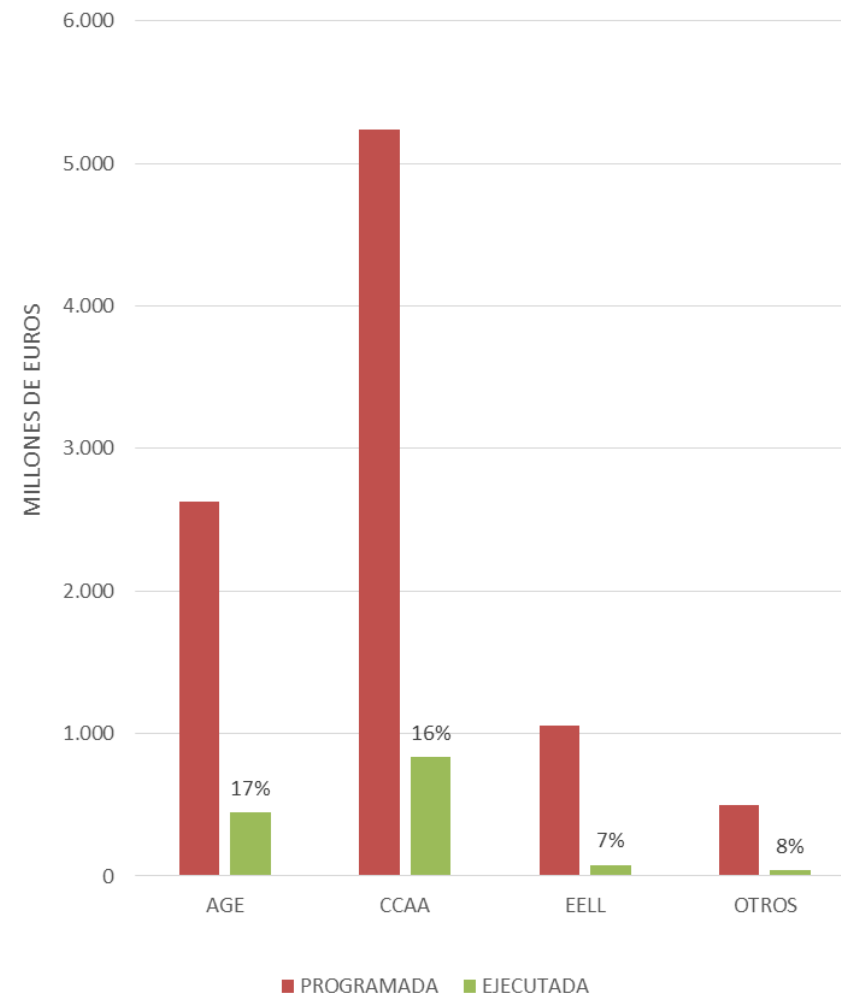
Nº MEDIDAS SANEAMIENTO Y
DEPURACIÓN



SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN
INVERSIÓN TOTAL



DATOS DE INVERSIÓN



Unos 550 M€ de ayudas fondos AGE
(Unos 1.100 M€ de inversión)

Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

OBJETIVO ESTRATÉGICO

Ordenar, clarificar y priorizar los programas de medidas para lograr su alineamiento con la transición ecológica que requiere nuestra economía y atender sin demora nuestras obligaciones jurídicas en el ámbito comunitario.



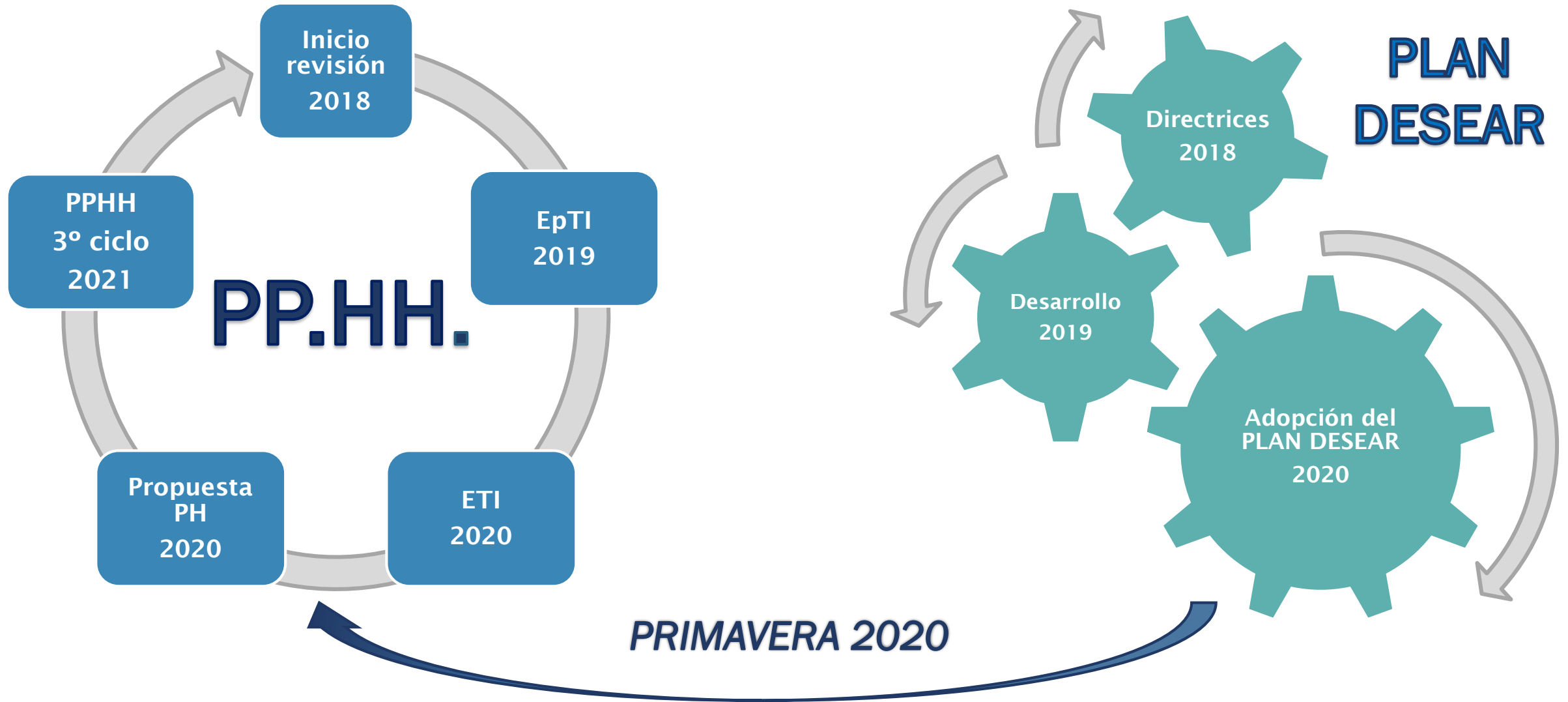
Objetivos de gobernanza Proyectos normativos

Priorización de inversiones
Refuerzo de la cooperación interadministrativa
Definición de actuaciones de interés general
Búsqueda de eficiencia (tratamiento/reutilización)
Recuperación de coste y mejora de la financiación
Fomento de la reutilización



Objetivos operativos Programas de Medidas

Revisión, actualización y validación
Completado de la información específica
Identificación de la autoridad competente
Coste y financiación
Fijación del nivel de prioridad
Traslado a la revisión de los PPHH (3 ciclo)





$$E = mc^2$$

E = Energía
m = Masa
c = Velocidad de la luz



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua



XLIII JORNADA TEMÁTICA
Red de Autoridades Ambientales

Fórmula 1

WEI+ = Índice de Explotación + = (Demanda neta de agua/Recursos renovables)

Comúnmente admitido que $WEI+ > 0,4$ supone una situación de stress hídrico que debe evitarse

Fórmula 2

Riesgo de inundación = peligrosidad x exposición x vulnerabilidad

- Riesgo = Daños potenciales de una inundación
- Peligrosidad = Probabilidad de que ocurra una inundación
- Exposición = Conjunto de personas o bienes expuestos a una inundación
- Vulnerabilidad = Condiciones de susceptibilidad a los daños



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

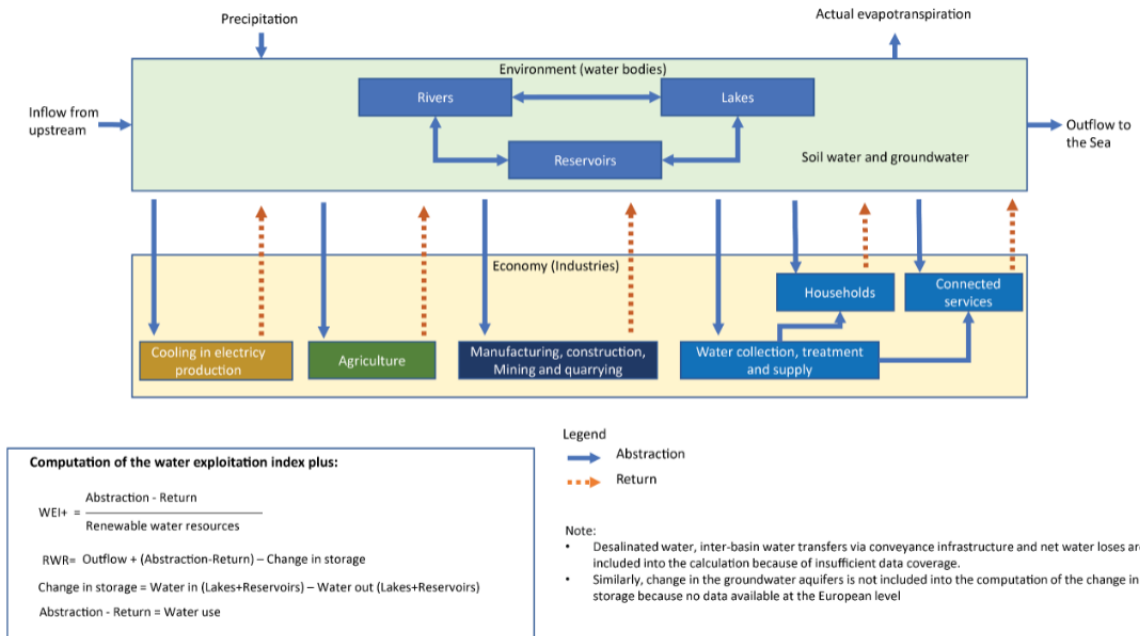
Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

¿Cómo disminuir WEI+?

El enfoque tradicional ha sido el aumento del denominador (los recursos) mediante obras hidráulicas (presas, trasvases, desaladoras), pero:

- Directiva Marco del Agua (Art. 4.7) restringe el uso de infraestructuras
- Incertidumbre debida al cambio climático

Conceptual model of the WEI+ computation



Índice explotación medio en algunas cuencas españolas:

Guadalquivir: 0,45

Júcar: 0,51

Segura: 0,78

El Trasvase Tajo Segura

Entra en operación en 1979

Longitud: Unos 300 km

Q_{máx}: 33 m³/s (unos 1.000 hm³/año)

Origen a cota 642 (Bolarque)

Cota Máxima: 903 (La Bujeda)

Destino a cota 507 (Talave)

Inversiones: Unos 26.000 M
pts de 1980 (unos 300 M€ si
actualizamos a 2019)

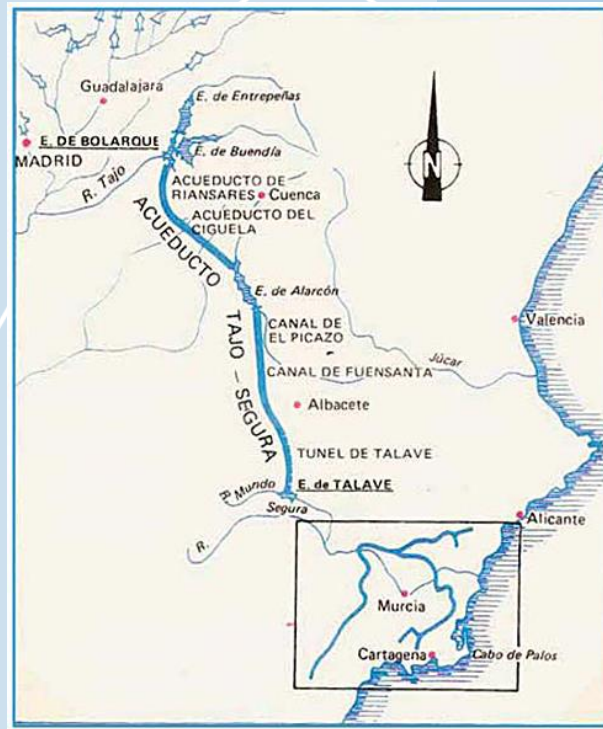
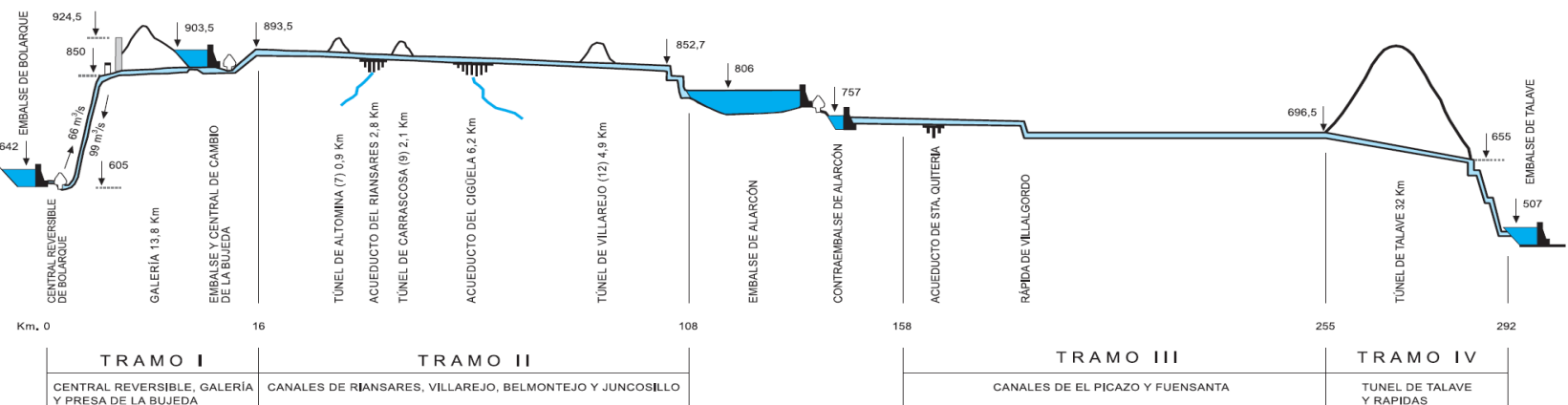


Figura 1. Perfil del trazado del Acueducto Tajo-Segura





Incertidumbre debida al Cambio Climático:

En España, disminución de los recursos hídricos (en media):

- 2040: 3 a 7%**
- 2070: 11 a 14%**
- 2100:13 a 24 %**

En el Tajo:

- 2040: 3 a 8%**
- 2070: 11 a 15%**
- 2100:14 a 25 %**

En el Segura:

- 2040: 7 a 9%**
- 2070: 11 a 23%**
- 2100: 20 a 38%**

Tabla 31. Cambio de escorrentía en cada ámbito hidrográfico. Se indican los valores máximo (Mx), mínimo (Mn) y el promedio (Med) para cada RCP. Los colores reflejan la gradación del cambio.

ESCORRENTÍA Cambio Anual (%)		RCP 4.5			RCP 8.5		
		Mx	Med	Mn	Mx	Med	Mn
España	2010-2040	20	-3	-13	4	-7	-14
	2040-2070	-1	-11	-23	9	-14	-29
	2070-2100	4	-13	-31	-1	-24	-43
Miño-Sil	2010-2040	11	-3	-10	2	-6	-14
	2040-2070	-3	-11	-16	4	-11	-18
	2070-2100	4	-10	-21	-2	-19	-29
Galicia Costa	2010-2040	10	-3	-10	1	-6	-14
	2040-2070	-4	-11	-16	2	-11	-17
	2070-2100	2	-10	-19	-4	-19	-29
Cantábrico Oriental	2010-2040	5	-3	-10	-1	-7	-12
	2040-2070	-7	-12	-18	-6	-13	-21
	2070-2100	-5	-10	-17	-15	-26	-38
Cantábrico Occidental	2010-2040	8	-2	-8	-2	-6	-9
	2040-2070	-3	-10	-14	-3	-12	-21
	2070-2100	-4	-10	-18	-9	-23	-34
Duero	2010-2040	25	-3	-15	6	-9	-19
	2040-2070	1	-13	-27	15	-15	-31
	2070-2100	9	-14	-36	3	-25	-46
Tajo	2010-2040	31	-3	-22	12	-8	-20
	2040-2070	3	-11	-29	19	-15	-34
	2070-2100	12	-14	-40	7	-25	-51
Guadiana	2010-2040	46	-3	-35	18	-9	-30
	2040-2070	9	-12	-36	33	-18	-45
	2070-2100	22	-17	-50	15	-30	-63
Guadalquivir	2010-2040	52	-2	-38	18	-10	-30
	2040-2070	15	-10	-37	38	-18	-51
	2070-2100	18	-19	-51	13	-32	-67

ESCORRENTÍA Cambio Anual (%)		RCP 4.5			RCP 8.5		
		Mx	Med	Mn	Mx	Med	Mn
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	2010-2040	43	-3	-33	12	-11	-25
	2040-2070	11	-8	-36	20	-20	-47
	2070-2100	6	-20	-49	4	-31	-65
Guadalete y Barbate	2010-2040	48	-4	-38	15	-11	-31
	2040-2070	14	-10	-37	31	-20	-51
	2070-2100	12	-20	-52	7	-33	-67
Tinto, Odiel y Piedras	2010-2040	54	-2	-36	14	-11	-36
	2040-2070	15	-10	-37	34	-20	-51
	2070-2100	25	-18	-50	21	-29	-65
Segura	2010-2040	15	-7	-22	12	-9	-23
	2040-2070	-1	-11	-32	-3	-23	-48
	2070-2100	-6	-20	-43	-17	-38	-63
Júcar	2010-2040	21	-4	-26	15	-11	-25
	2040-2070	-4	-12	-34	-7	-24	-49
	2070-2100	-7	-21	-46	-20	-36	-62
Ebro	2010-2040	15	-2	-12	-2	-7	-10
	2040-2070	-5	-11	-19	4	-13	-25
	2070-2100	-3	-12	-25	-10	-26	-40
Cuencas Internas de Cataluña	2010-2040	24	6	-9	6	-4	-17
	2040-2070	6	-4	-13	4	-8	-22
	2070-2100	8	-8	-20	-3	-19	-31
Islas Baleares	2010-2040	8	-7	-26	-3	-16	-40
	2040-2070	6	-13	-39	-19	-31	-56
	2070-2100	-4	-24	-52	-28	-42	-69
Canarias	2010-2040	25	-6	-27	7	-14	-32
	2040-2070	22	-10	-26	14	-25	-46
	2070-2100	-11	-26	-44	3	-34	-60

Incertidumbre CC:

El ATS está operando a menos de un tercio de su capacidad.



Aportaciones acumuladas (últimos 12 meses) de entrada a Entrepeñas y Buendía (hm³) desde la entrada en servicio del ATS
(Fuente:CEDEX)

Volúmenes trasvasados (hm³/año) desde la aprobación de las nuevas reglas de explotación del trasvase

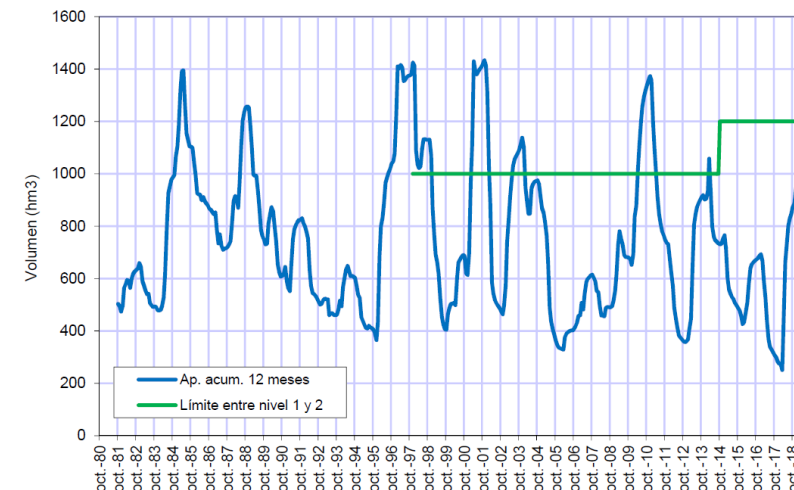
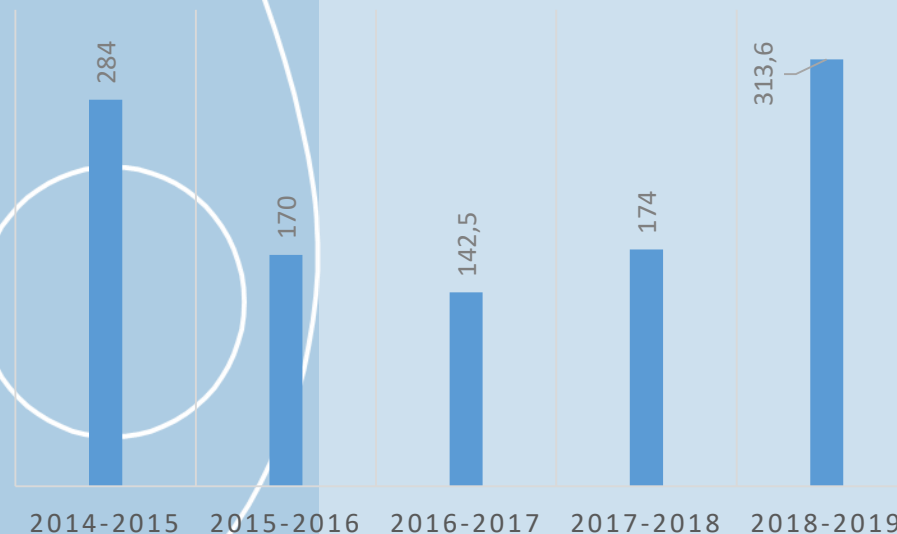
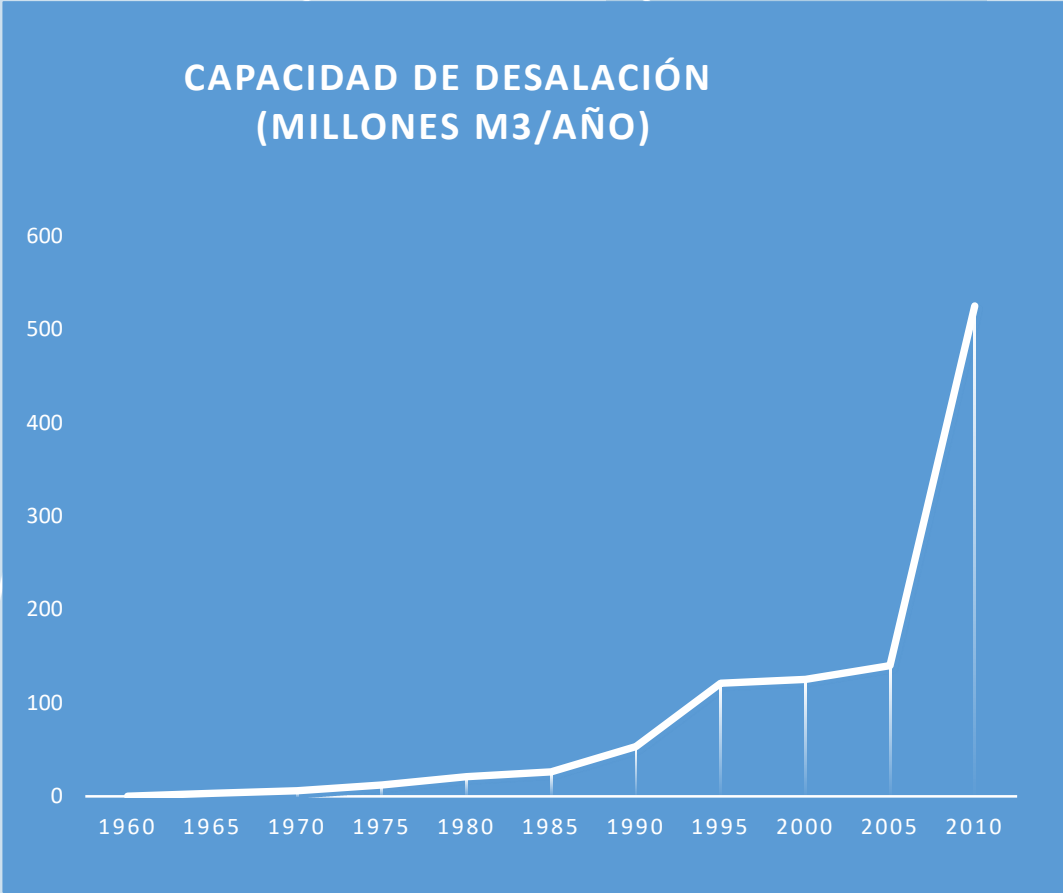


Figura 2. Aportaciones acumuladas durante los últimos doce meses a Entrepeñas y Buendía desde el comienzo de la operación del ATS.



En todo caso, flexibilizar la oferta: Nuevos recursos independientes de las condiciones climáticas

Desalación



Consumo de energía:

- 1980: 7 kWh/m3
- 1990: 6 kWh/m3
- 2000: 5 kWh/m3
- 2018: 3 kWh/m3

Capacidad de desalación en 2018-2019

- Capacidad total : 675 Mm³/año
- Total (acumulados históricamente) inversiones: 1.800 M€
- Producción en 2018: 470 Mm³/año (abastecimiento para 1,5 Mhab en el arco mediterráneo) y riego de unas 50.000 ha
- Recurso estratégico en situaciones de sequía:
 - En marzo 2018:
 - Murcia (cerca del 90% de los recursos)
 - Cataluña (cerca del 70% de los recursos)

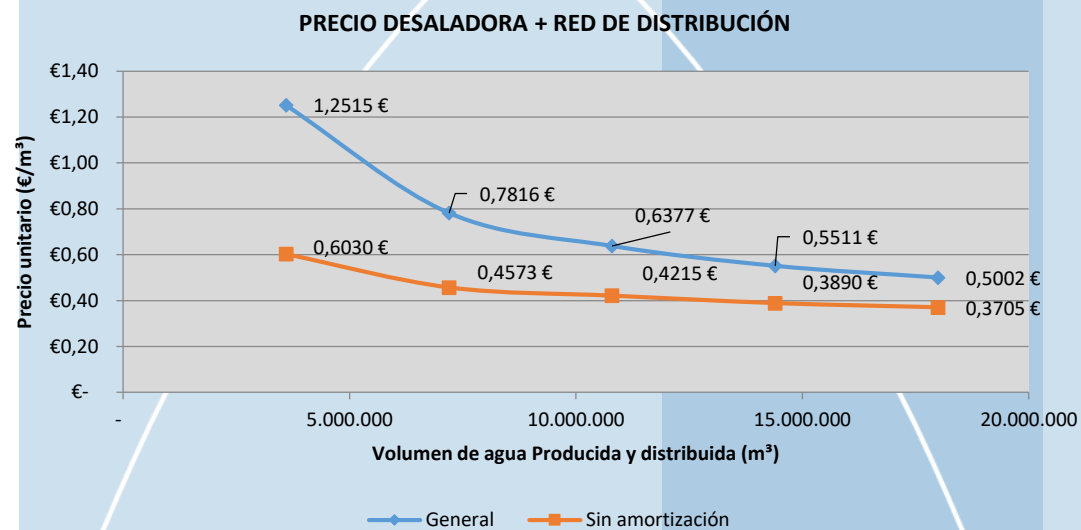


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

**Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua**

El coste del agua desalada



Coste del agua desalada (€/m³) según producción (m³)
(Fuente: Acuamed)

Coste total:
0,50 a 1,25 €/m³

Valor añadido del regadío en la costa
mediterránea: 0,55 to 1,3 €/m³

Coste subvencionado: 0,30 €/m³

Coste del trasvase: unos 0,14 €/m³

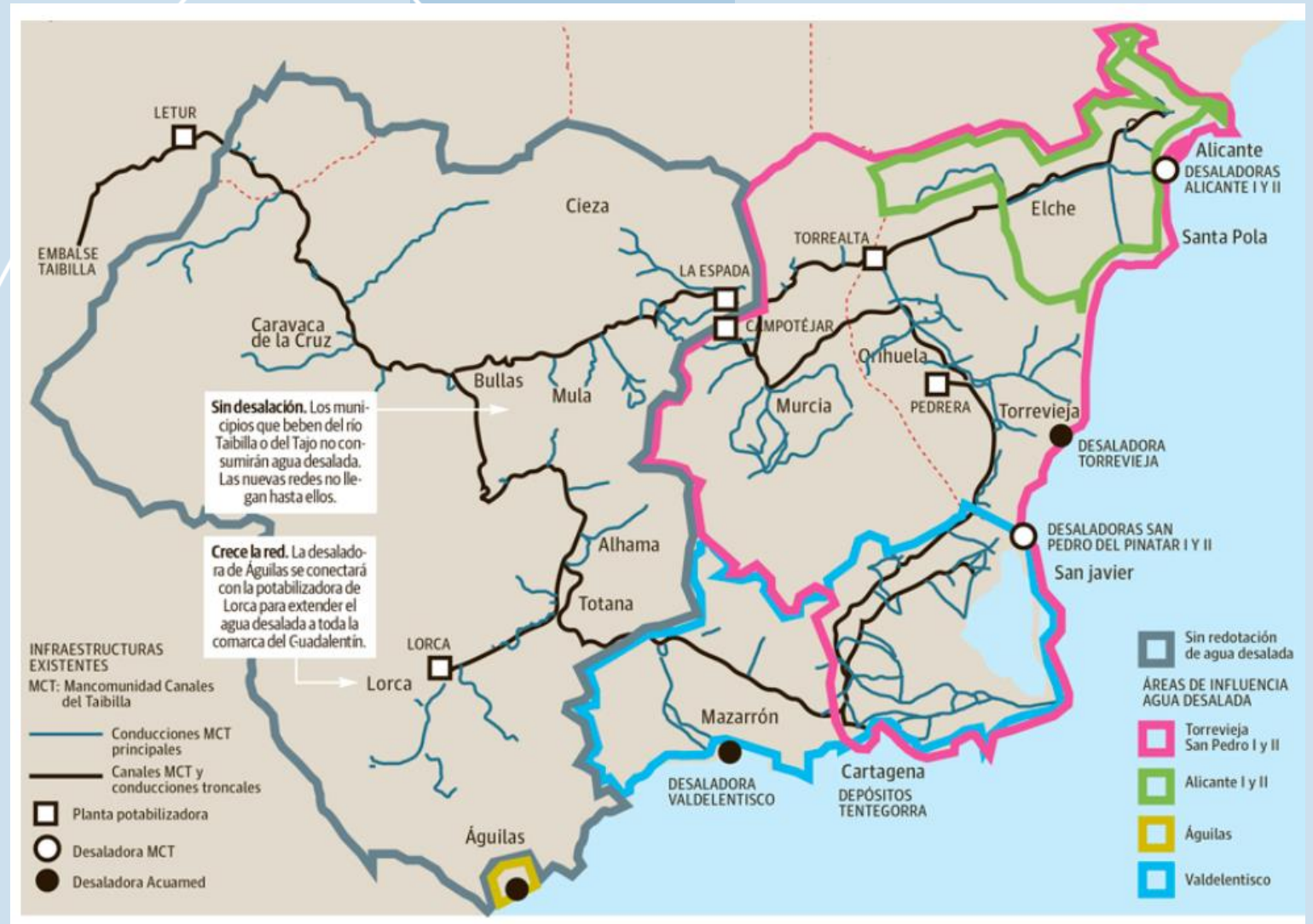


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

Interconexión de redes



Fuente: La Verdad de Murcia con
datos DGA

Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

$WEI+ = \text{Índice de Explotación} + (\text{Demanda neta de agua} / \text{Recursos renovables})$

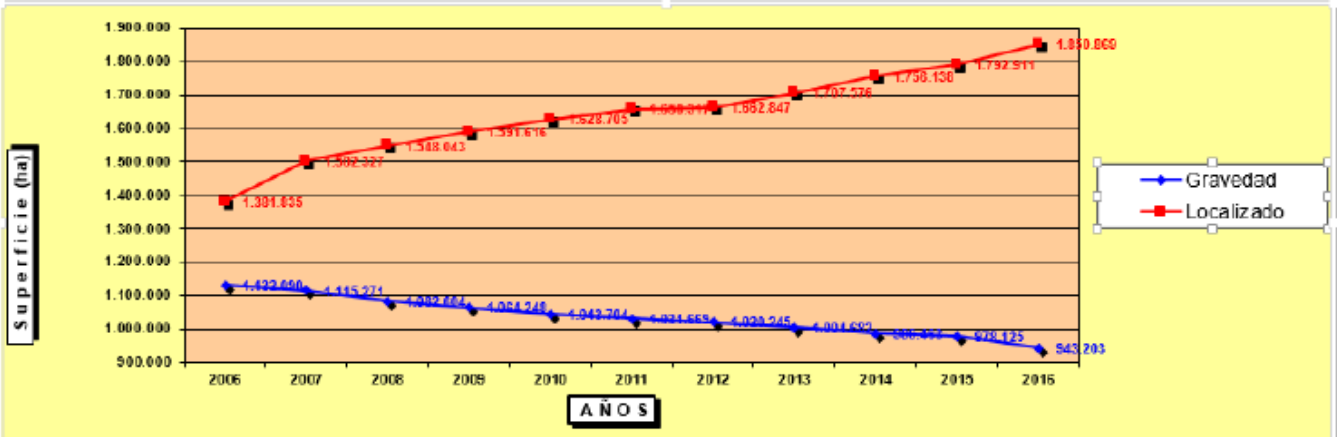
El reto:

Actuar sobre el
numerador, es decir,
disminuir las
demandas

Evolución de la superficie regada según tipos de riego. Años 2006-2016.
Fuente: Secretaria General Técnica MAPAMA

Tipos de Regadío	Superficie (ha)										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Gravedad	1.132.090	1.115.271	1.082.604	1.064.248	1.043.704	1.031.669	1.020.245	1.004.682	986.463	978.264	943.203
Aspersión	490.421	464.619	469.868	479.697	470.758	497.794	541.150	529.215	557.935	558.834	549.668
Automotriz	248.753	250.483	257.654	265.897	262.161	284.714	297.149	298.169	304.254	306.272	311.676
Localizado	1.381.835	1.502.327	1.548.043	1.591.616	1.628.705	1.658.317	1.662.847	1.707.576	1.756.138	1.792.985	1.850.869
Otros Sistemas y sin información	25.808	28.082	16.463	19.847	2.625	979	1.225	816	330	164	.
TOTAL	3.278.906	3.360.782	3.374.632	3.421.305	3.407.953	3.473.474	3.522.615	3.540.459	3.605.121	3.636.519	3.655.417

Evolución de las superficies regadas por gravedad y riego localizado. Años 2006-2016.
Fuente: Secretaria General Técnica MAPAMA



Actualmente, más del 75% de la superficie regada se hace por aspersión o “gota a gota”

Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

Riesgo de inundación = peligrosidad x exposición x vulnerabilidad

¿Cómo disminuir el riesgo de inundación?

El enfoque tradicional ha sido la disminución de la peligrosidad (presas de laminación, encauzamientos...), pero:

- Nueva legislación (Directiva Marco del Agua) restringe el uso de infraestructuras
- Incertidumbre debida al cambio climático

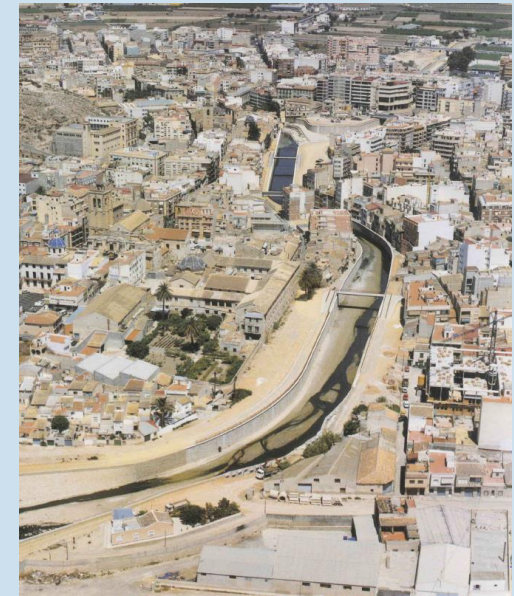
El Encauzamiento del Segura

Entra en operación en 1995

Longitud: Unos 90 km
(desde Contraparada a Guardamar)

Capacidad de 400 m³/s
(diseñado para 50 años de periodo de retorno)

Parte de un Plan Integral con
13 presas de laminación
(unos 180 hm³ de capacidad total)



Encauzamiento del río Segura en Orihuela



Desembocadura en Guardamar



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

**Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua**

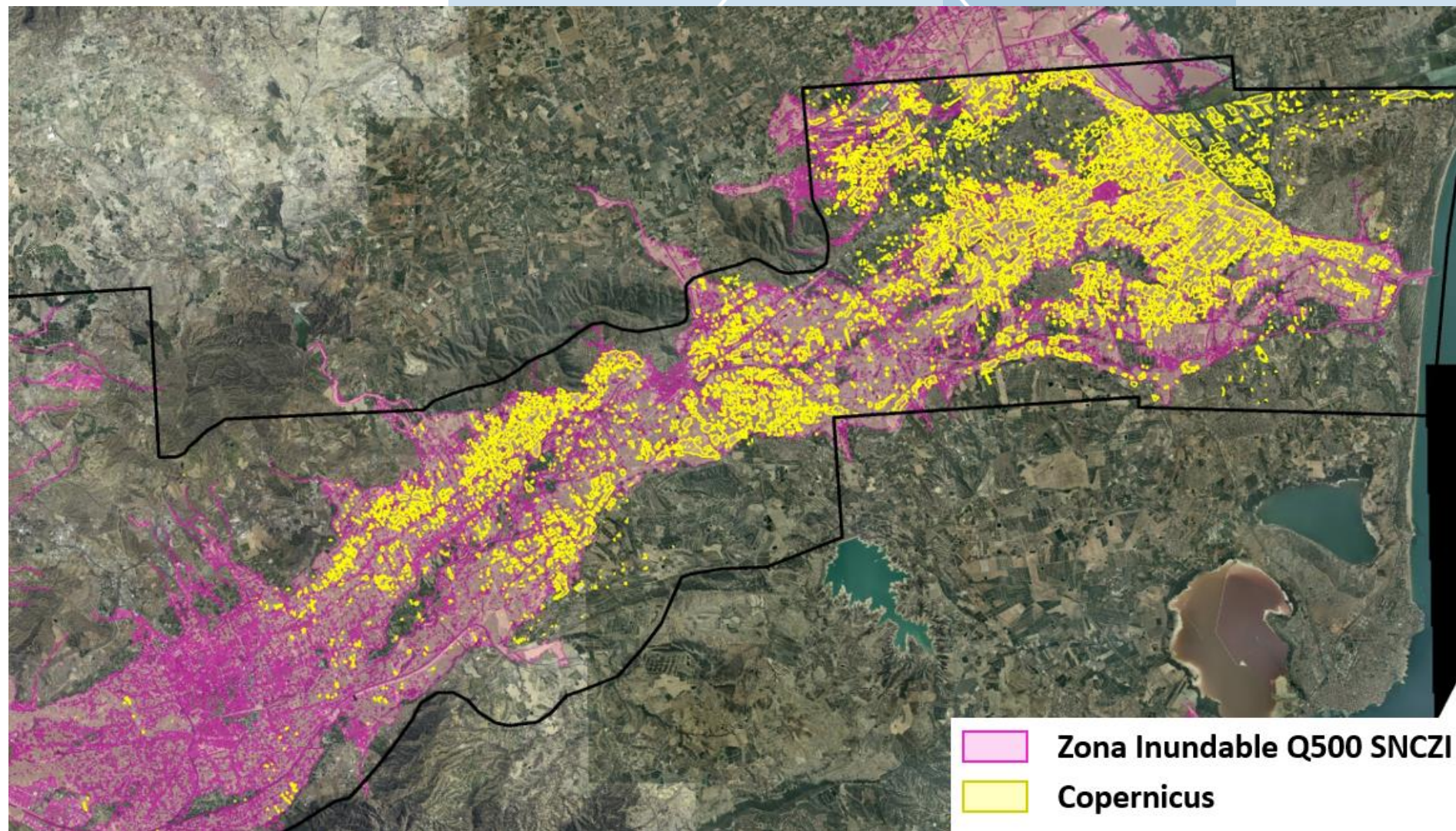
Los encauzamientos dan una falsa sensación de seguridad.

Están proyectados para una cierta probabilidad de fallo



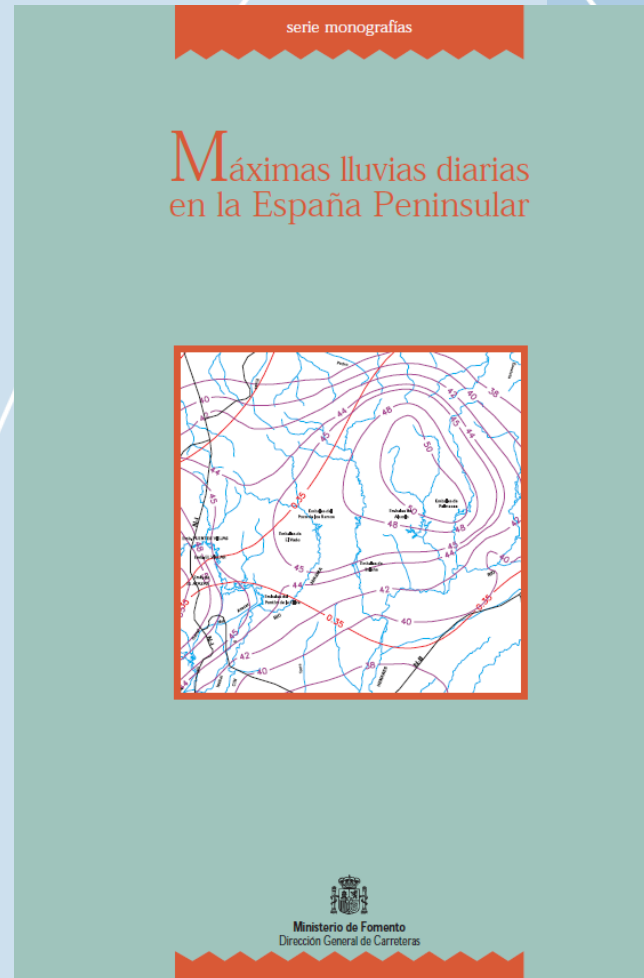
Rotura mota en Almoradí (13-14 de septiembre de 2019)

Avenida de septiembre de 2019



Incertidumbre CC:

Nuevos criterios de
diseño de
infraestructuras
hidráulicas frente a
inundaciones



- Añadir al tradicional análisis coste-beneficio un análisis falta de adaptación-coste.
- Inversión, Inversión, Inversión (cambio de escala: de los cientos de millones a los miles de millones de euros).
- Oportunidad: Necesidad, en todo caso, de renovación de un conjunto de infraestructuras, en algunos países, ya muy envejecido.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

Porcentaje de renovables (Sistema Eléctrico):

2018 = 46 %

..... De acuerdo a la propuesta de Ley de Cambio Climático.....

2030 = 70 %

2050 = 100%

.....Necesidad de incremento de la producción hidroeléctrica. Pero...:

- 90% de las presas hidroeléctricas en España con más de 50 años.
- Falta de sitios adecuados
- Cambio climático obliga a la modificación de los estándares de seguridad

Antes de fin de 2019:

Aprobación nuevas normas de seguridad de grandes presas:

Clasificación de acuerdo al riesgo
Planes de emergencia
Proyecto y construcción
Explotación y control
Protocolos de puesta fuera de servicio

**Información pública finalizada.
Faltan informes (CNA; Consejo de Estado, etc)**



Riesgo de inundación = peligrosidad x exposición x vulnerabilidad

Inundaciones:

Además de las medidas estructurales que reducen la peligrosidad, otros tipos:

- Pronóstico
- Prevención

Que reducen la exposición o la vulnerabilidad

Planes de gestión del Riesgo de Inundación



Riesgo de inundación = peligrosidad x exposición x vulnerabilidad

Inundaciones:

Medidas no
estructurales frente a
estructurales

Reducir la exposición:

Medidas de pronóstico
y prevención

**Medidas urbanísticas
basadas en mapas de
riesgo**

Mapas de peligrosidad

Para cada ARPSI deberán elaborarse mapas de peligrosidad para los siguientes escenarios:

Alta probabilidad: 10 años

Probabilidad media: 100 años

Baja probabilidad: 500 años

Mostrando:

- extensión de la inundación;
- calados del agua o nivel de agua, según proceda.
- cuando proceda, la velocidad de la corriente o el caudal de agua correspondiente.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

**Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua**

Riesgo de inundación = peligrosidad x exposición x vulnerabilidad

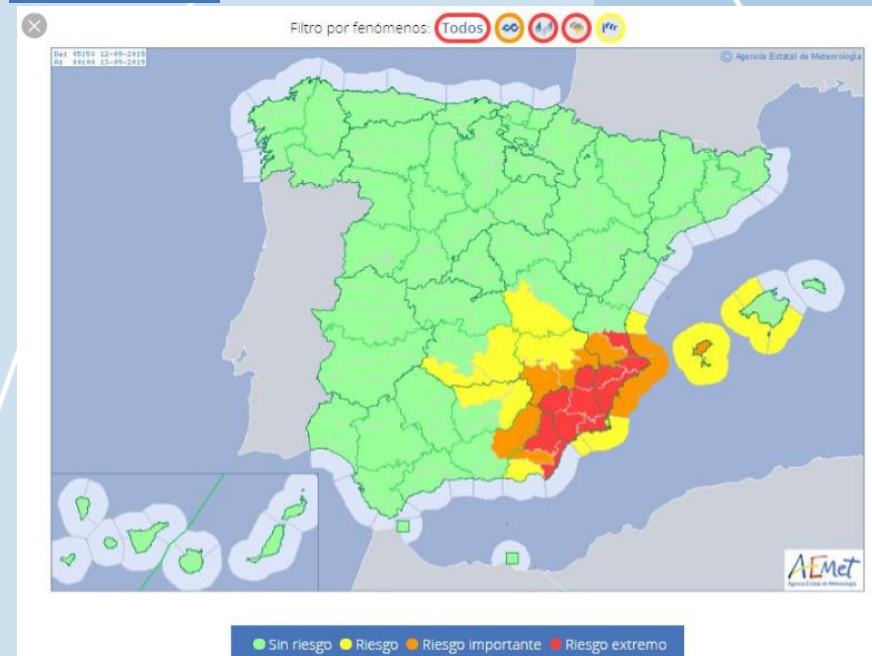
Inundaciones:

Medidas no
estructurales frente a
estructurales

Reducir la exposición:

Medidas de pronóstico
y prevención

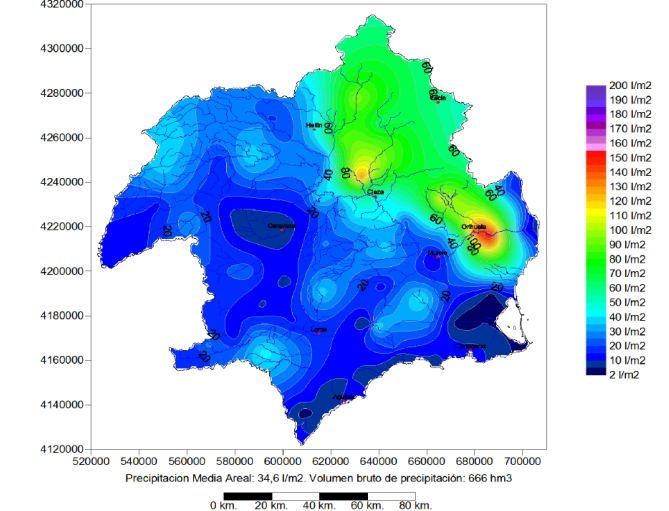
(AEMET, SAIH)



Mapa de riesgo del 13 de septiembre de 2019



Distribución Espacial de la Precipitación Diaria (mm). (Acumulada de 13/09/2019 08:00 a 14/09/2019 08:00)
Pluviómetros Adoptados: SAIH. Método de interpolación: Kriging variograma lineal con Quadratic Drift.
Resolución de la malla en metros = 1000. (Datos provisionales, obtenidos en tiempo real sin contrastar)



Precipitación acumulada en 24 horas 08:00 horas del
13 a 08:00 horas del 14 de septiembre de 2019

Riesgo de inundación = peligrosidad x exposición x vulnerabilidad

Inundaciones:

Reducir la vulnerabilidad

GUÍA PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS EDIFICIOS FRENTE A LAS INUNDACIONES

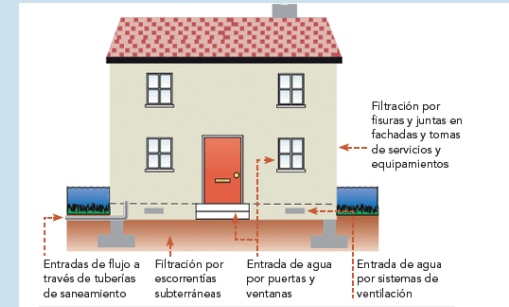
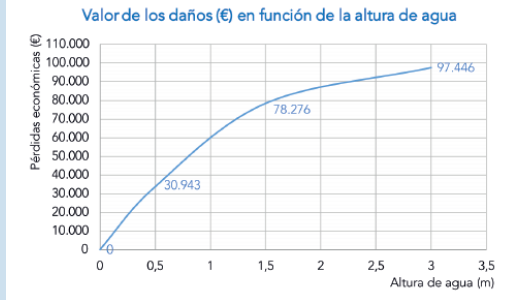


Figura 29. Inventario de puntos de entrada del agua de inundación.
Fuente: Preparing for Flood, Interim guidance for improving the flood resistance of domestic and small business properties. Office of the Deputy Prime Minister, 2003. Environment Agency - UK.



Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

Inundaciones:

Reducir la vulnerabilidad:

Medidas en edificación



Figura 39. Muros perimetrales de protección frente a inundaciones. Elizondo (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra.



Figura 40. Puertas de cierre estancas modulares que ofrecen solución de continuidad al muro de cierre, montadas dentro de dos perfiles en U ancladas en una pared. Es posible instalar postes intermedios en áreas más grandes. Fuente: izq.: Aggères. Dcha.: Ryst.

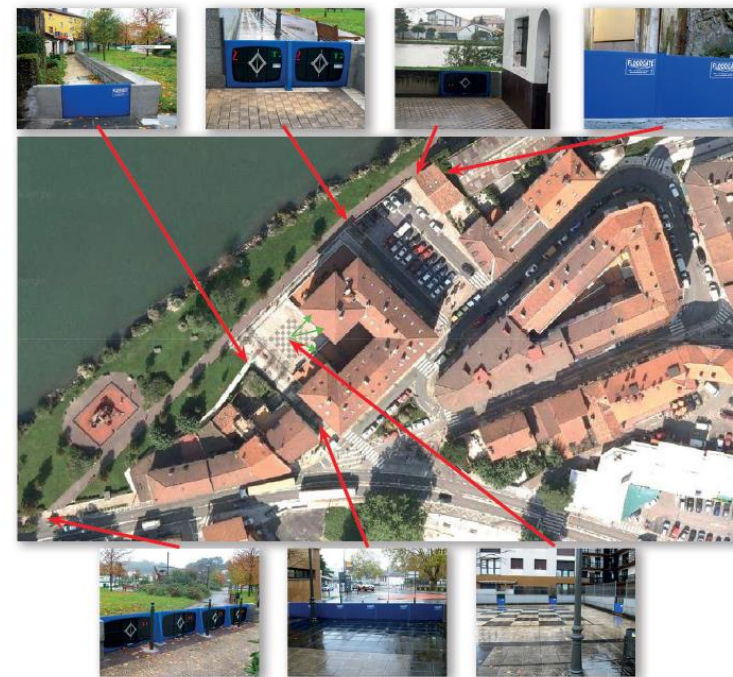


Figura 44. Urbanización protegida con barreras anti-inundación, Behobia (Gipuzkoa). Fuente: CAG Canalizaciones.